

PCT/JP 2004/014703

29. 9. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 18 NOV 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   9 月 3 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 4 0 4 0 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 4 0 4 0 2 ]

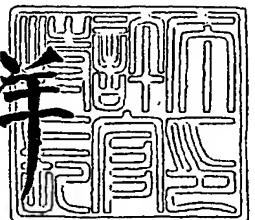
出   願   人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月   4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 9 9 2 7 4

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02-08801Z  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02D 41/02  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 山田 貴文  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 渡辺 義正  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003207  
    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100100549  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 川口 嘉之  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100090516  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松倉 秀実  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098268  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 永田 豊  
    【連絡先】 0 3 - 3 6 6 9 - 6 5 7 1  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100085006  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 世良 和信  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100089244  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 遠山 勉  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 192372  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

高圧燃料供給手段により供給される高圧燃料を気筒内に直接噴射する燃料噴射弁を備えた内燃機関の燃料噴射制御装置において、

前記気筒の筒内圧を検出又は推定する筒内圧検出手段と、

前記燃料噴射弁から燃料が噴射される燃料噴射期間のうち、予め記憶されている基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化に基づく燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化分を補正した燃料噴射期間を算出する期間算出手段と、

前記基準筒内圧における燃料噴射開始時期に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧における燃料噴射開始時期の変化量を算出する開始時期変化量算出手段と、

前記期間算出手段により算出された燃料噴射期間、及び、前記開始時期変化量算出手段により算出された燃料噴射開始時期の変化量に基づいて、前記燃料噴射弁から燃料が噴射される期間を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

**【請求項 2】**

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力を検出する燃料圧力検出手段と、

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力に基づいて、前記燃料噴射弁の開弁時間に対する、該開弁時間内に前記燃料噴射弁により噴射される燃料噴射量の特性を記憶している燃料噴射量特性記憶手段と、

内燃機関の運転状態に基づいて所望の燃料噴射量を算出する要求燃料噴射量算出手段と

、  
前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて燃料噴射率を算出する燃料噴射率算出手段と、

前記基準筒内圧に基づいて前記燃料噴射率算出手段により算出された第 1 の燃料噴射率に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて前記燃料噴射率算出手段により算出された第 2 の燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出する燃料噴射量変化量算出手段と、

前記燃料圧力検出手段により検出される燃料の圧力に対する、単位筒内圧当たりの燃料噴射遅れ時間の変化量を算出する係数算出手段と、

をさらに備え、

前記期間算出手段は、前記燃料噴射量変化量算出手段により算出された燃料噴射量の変化量、及び、前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量に基づいて、前記噴射量特性記憶手段により燃料噴射期間を算出し、

前記開始時期変化量算出手段は、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量、及び、該係数算出手段により算出された変化量に基づいて燃料噴射開始時期の変化量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

**【請求項 3】**

前記燃料噴射弁に設けられ、軸方向に移動することにより開閉弁動作を行うニードル弁と、

前記燃料噴射弁により燃料噴射が開始される場合、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて、前記ニードル弁の開弁動作開始から全開に至るまでの間に噴射される燃料の量を推定する燃料噴射量推定手段と、

前記燃料噴射量推定手段により推定された推定燃料量と前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量とを比較する比較手段と、

をさらに備え、

前記燃料噴射量変化量算出手段は、前記比較手段の比較結果に基づいて、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以下の場合と、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以上の場合とで、異なる算出方法により燃料噴射量の変化量を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記燃料噴射量変化量算出手段は、燃料噴射率の時間的変化を座標上で多角形としてモデル化し、該多角形の面積の変化を算出することにより、燃料噴射量の変化量を算出することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

前記燃料噴射量変化量算出手段は、

前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記ニードル弁の位置に基づいて、前記ニードル弁が離着座する弁座よりも先端側に形成されたサック室内の圧力を算出するサック室圧算出手段と、

前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量、及び、前記サック室圧算出手段により算出されたサック室圧に基づいて、単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量を算出する単位燃料噴射量変化量算出手段と、

をさらに備え、前記比較手段の比較結果に基づいて、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以下の場合、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量、及び、前記単位燃料噴射量変化量算出手段により算出された単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量に基づいて、燃料噴射量の変化量を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力を検出する燃料圧力検出手段と、

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力に基づいて、前記燃料噴射弁の開弁時間に対する、該開弁時間内に前記燃料噴射弁により噴射される燃料噴射量の特性を記憶している燃料噴射量特性記憶手段と、

内燃機関の運転状態に基づいて所望の燃料噴射量を算出する要求燃料噴射量算出手段と

、  
前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力から、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量を減算して第 1 仮想燃料圧力を算出する第 1 仮想燃料圧力算出手段と、

前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力から、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量を加算して第 2 仮想燃料圧力を算出する第 2 仮想燃料圧力算出手段と、

前記燃料噴射弁を開弁させるための信号発生時から、該燃料噴射弁による燃料噴射開始時までの噴射遅れ時間を、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力に基づいて算出する噴射遅れ時間算出手段と、

をさらに備え、

前記期間算出手段は、前記第 1 仮想燃料圧力算出手段により算出された第 1 仮想燃料圧力、及び、前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量に基づいて、前記噴射量特性記憶手段により燃料噴射期間を算出し、

前記開始時期変化量算出手段は、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記第 2 仮想燃料圧力算出手段により算出された第 2 仮想燃料圧力に基づいた、前記噴射遅れ時間算出手段によるそれぞれの噴射遅れ時間を算出し、それぞれの噴射遅れ時間の差から燃料噴射開始時期の変化量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の燃料噴射制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、気筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁（インジェクタ）を備える直噴式の内燃機関において、気筒内の圧力（筒内圧）を基に、燃料噴射弁の開弁時間を補正する機能を備えたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

これは、気筒内の圧力（筒内圧）が、燃料噴射弁の背圧として作用するため、機関の運転状態によって変化する筒内圧を算出して燃料噴射弁の開弁時間を補正することにより、所望の燃料噴射量を得るものである。

【特許文献1】 特開平9-256886号公報

【特許文献2】 特開2000-54889号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記の従来技術の場合には、筒内圧を算出し、その筒内圧と燃料噴射弁に導かれる燃料圧力との差圧を基に燃料噴射率（単位時間あたりに噴射される燃料量）を求め、算出した燃料噴射率と要求燃料量とから燃料噴射弁の開弁時間を算出するものであり、燃料噴射の開始時期が変化することについては考慮されていない。

【0005】

この点について、図11を用いて説明する。図11は、燃料噴射率の挙動変化を示す図である。図11において、縦軸は燃料噴射率を示し、横軸は時間を示している。また、図11において、燃料噴射率波形Xと燃料噴射率波形Yとは同一レール圧（燃料噴射弁に供給される燃料の圧力）で筒内圧が異なる場合の燃料噴射率の挙動変化を示しており、燃料噴射率波形Xは筒内圧が基準となる基準筒内圧の場合（例えば、インジェクタ特性計測ベンチでの条件（例えば、1MPa））を示すもので、燃料噴射率波形Yは内燃機関の運転状態での機関筒内圧（例えば、8MPa）の場合を示すものである。

【0006】

図11からわかるように、筒内圧が大きくなった場合には、燃料噴射の開始時期が早まる。燃料噴射の開始時期が早まるということは、燃料噴射量が増加するということである。

【0007】

図12は、図11に示す燃料噴射率の挙動変化をモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルである。本発明者は、図12に示すように、図11に示す燃料噴射率の挙動変化を台形としてモデル化した。図12において、実線で示す台形Xは、図11に示した燃料噴射率波形Xをモデル化したもので、点線で示す台形Yは、図11に示した燃料噴射率波形Yをモデル化したものである。

【0008】

図12において、台形Xの面積、すなわち、所望の要求燃料噴射量を $Q$ 、台形Yの面積、すなわち、実噴射量を $Q_r$ 、基準筒内圧時と機関筒内圧時における燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化分を $dQ_1$ （図12に示す台形Xにおいて台形Yより上側の部分）、基準筒内圧と機関筒内圧における燃料噴射の開始時期の変化分を $dQ_2$ （図12に示す台形Yにおいて台形Xより左側の部分）とした場合に、実噴射量 $Q_r$ は以下の式（1）で表すことができる。

【0009】

$$Q_r = Q - dQ_1 + dQ_2 \quad \cdots (1)$$

【0010】

従って、ねらい通り燃料噴射する指令値は以下の式(2)のようになる。

【0011】

$$Q = Q_r + dQ_1 - dQ_2 \quad \dots (2)$$

【0012】

ここで、図12において、台形Xの上底の長さをA、下底の長さをB、高さ(すなわち、基準筒内圧時の燃料噴射率)を $Q'$ とし、台形Yの高さを $q'$ 、台形Yの上底において台形Xと重なる部分の長さをCとすると、 $dQ_1$ は以下の式(3)のようになる。

【0013】

$$\begin{aligned} dQ_1 &= Q - q \\ &= Q - (B + C) q' / 2 \\ &= Q - (B + (A q' / Q' + B (Q' - q') / Q')) q' / 2 \\ &= (1 - q' / Q') Q + (A - B) (q' - Q') q' / Q' \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0014】

従来技術においては、式(2)に示す $dQ_2$ を考慮するものでなく、かつ、補正後の燃料噴射率を次式(4)の関係により求めている。

【0015】

$$Q_r = Q q' / Q' \quad \dots (4)$$

【0016】

すなわち、従来技術において $dQ_1$ は以下の式(5)で表される。

【0017】

$$\begin{aligned} dQ_1 &= Q - Q_r \\ &= (1 - q' / Q') Q \quad \dots (5) \end{aligned}$$

【0018】

式(5)においては、式(3)の第2項を除いたものとなっており、従来技術では、この部分の誤差が考慮されていない。

【0019】

さらに、レール圧が低い場合においては、燃料噴射の開始後の燃料噴射率の変化が緩やかとなるため、台形の左辺の傾きが小さくなり、 $(A - B)$ の値が大きくなる。このように、レール圧が低いような場合には、 $(A - B)$ の値の影響が大きくなり、式(5)から $dQ_1$ を求めると、誤差が大きくなってしまう。

【0020】

本発明は、上記したような事情に鑑みてなされたものであり、筒内圧の変化に伴って変化する燃料噴射量をより正確に制御する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0021】

上記目的を達成するために、本発明にあつては、

高圧燃料供給手段により供給される高圧燃料を気筒内に直接噴射する燃料噴射弁を備えた内燃機関の燃料噴射制御装置において、

前記気筒の筒内圧を検出又は推定する筒内圧検出手段と、

前記燃料噴射弁から燃料が噴射される燃料噴射期間のうち、予め記憶されている基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化に基づく燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化分を補正した燃料噴射期間を算出する期間算出手段と、

前記基準筒内圧における燃料噴射開始時期に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧における燃料噴射開始時期の変化量を算出する開始時期変化量算出手段と、

前記期間算出手段により算出された燃料噴射期間、及び、前記開始時期変化量算出手段により算出された燃料噴射開始時期の変化量に基づいて、前記燃料噴射弁から燃料が噴射される期間を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【0022】

このように、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化分を補正した燃料噴射期間を算出するとともに、燃料噴射開始時期の変化量を算出することにより、筒内圧の変化に伴って変化する燃料噴射量をより正確に制御することが可能となる。したがって、内燃機関の運転状態に関係なく、目標の燃料噴射量を得ることが可能となる。

【0023】

上記の構成において、前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力を検出する燃料圧力検出手段と、

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力に基づいて、前記燃料噴射弁の開弁時間に対する、該開弁時間内に前記燃料噴射弁により噴射される燃料噴射量の特性を記憶している燃料噴射量特性記憶手段と、

内燃機関の運転状態に基づいて所望の燃料噴射量を算出する要求燃料噴射量算出手段と、

前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて燃料噴射率を算出する燃料噴射率算出手段と、

前記基準筒内圧に基づいて前記燃料噴射率算出手段により算出された第1の燃料噴射率に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて前記燃料噴射率算出手段により算出された第2の燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出する燃料噴射量変化量算出手段と、

前記燃料圧力検出手段により検出される燃料の圧力に対する、単位筒内圧当たりの燃料噴射遅れ時間の変化量を算出する係数算出手段と、

をさらに備えることも好ましい。

【0024】

そして、前記期間算出手段は、前記燃料噴射量変化量算出手段により算出された燃料噴射量の変化量、及び、前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量に基づいて、前記噴射量特性記憶手段により燃料噴射期間を算出し、

前記開始時期変化量算出手段は、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量、及び、該係数算出手段により算出された変化量に基づいて燃料噴射開始時期の変化量を算出するとよい。

【0025】

これにより、基準筒内圧に基づいた補正量を算出することができるので、予め燃料噴射量特性記憶手段に記憶させた特性、例えば、インジェクタ特性計測ベンチで計測した特性を、そのまま実際の内燃機関で適用することができる。

【0026】

また、上記の構成において、前記燃料噴射弁に設けられ、軸方向に移動することにより開閉動作を行うニードル弁と、

前記燃料噴射弁により燃料噴射が開始される場合、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧に基づいて、前記ニードル弁の開弁動作開始から全開に至るまでの間に噴射される燃料の量を推定する燃料噴射量推定手段と、

前記燃料噴射量推定手段により推定された推定燃料量と前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量とを比較する比較手段と、

をさらに備え、

前記燃料噴射量変化量算出手段は、前記比較手段の比較結果に基づいて、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以下の場合と、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以上の場合とで、異なる算出方法により燃料噴射量の変化量を算出することも好ましい。

【0027】

このように、ニードル弁が全開に至ったかどうかによって燃料噴射量の変化量を算出する方法を異ならせる（分ける）ことによって、より簡単な算出方法によって燃料噴射量の



変化量を算出することができる。このため、燃料噴射量の変化量の算出のために必要とされる関係をマップ化して記憶させておく場合、そのマップ量を最小限に抑えることが可能となる。

#### 【0028】

また、上記の構成において、前記燃料噴射量変化量算出手段は、燃料噴射率の時間的変化を座標上で多角形としてモデル化し、該多角形の面積の変化を算出することにより、燃料噴射量の変化量を算出することも好ましい。

#### 【0029】

これにより、燃料噴射量の変化量をより簡単に算出することが可能となる。

#### 【0030】

また、上記の構成において、  
前記燃料噴射量変化量算出手段は、

前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記ニードル弁の位置に基づいて、前記ニードル弁が離着座する弁座よりも先端側に形成されたサック室内の圧力を算出するサック室圧算出手段と、

前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量、及び、前記サック室圧算出手段により算出されたサック室圧に基づいて、単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量を算出する単位燃料噴射量変化量算出手段と、

をさらに備え、前記比較手段の比較結果に基づいて、前記燃料噴射量が前記推定燃料量以下の場合、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量、及び、前記単位燃料噴射量変化量算出手段により算出された単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量に基づいて、燃料噴射量の変化量を算出することも好ましい。

#### 【0031】

これにより、ニードル弁が全開に至らなかった場合には、サック室圧に基づいた燃料噴射量の変化量を算出することができるので、より正確な補正が可能となる。

#### 【0032】

また、上記の構成において、前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力を検出する燃料圧力検出手段と、

前記高圧燃料供給手段により前記燃料噴射弁に供給される高圧燃料の圧力に基づいて、前記燃料噴射弁の開弁時間に対する、該開弁時間内に前記燃料噴射弁により噴射される燃料噴射量の特性を記憶している燃料噴射量特性記憶手段と、

内燃機関の運転状態に基づいて所望の燃料噴射量を算出する要求燃料噴射量算出手段と

、  
前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力から、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量を減算して第1仮想燃料圧力を算出する第1仮想燃料圧力算出手段と、

前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力から、前記基準筒内圧に対する、前記筒内圧検出手段により検出又は推定された筒内圧の変化量を加算して第2仮想燃料圧力を算出する第2仮想燃料圧力算出手段と、

前記燃料噴射弁を開弁させるための信号発生時から、該燃料噴射弁による燃料噴射開始時までの噴射遅れ時間を、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力に基づいて算出する噴射遅れ時間算出手段と、

をさらに備え、

前記期間算出手段は、前記第1仮想燃料圧力算出手段により算出された第1仮想燃料圧力、及び、前記燃料噴射量算出手段により算出された燃料噴射量に基づいて、前記噴射量特性記憶手段により燃料噴射期間を算出し、

前記開始時期変化量算出手段は、前記燃料圧力検出手段により検出された燃料の圧力、及び、前記第2仮想燃料圧力算出手段により算出された第2仮想燃料圧力に基づいた、前記噴射遅れ時間算出手段によるそれぞれの噴射遅れ時間を算出し、それぞれの噴射遅れ時間の差から燃料噴射開始時期の変化量を算出することも好ましい。



## 【0033】

このように、仮想燃料圧力を適用することにより、より簡単に燃料が噴射される期間を算出することが可能となる。

## 【発明の効果】

## 【0034】

本発明によれば、筒内圧の変化に伴って変化する燃料噴射量をより正確に制御することが可能となり、内燃機関の運転状態に関係なく、目標の燃料噴射量を得ることが可能になる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0035】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための最良の形態を実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。

## 【0036】

## (実施例1)

図1は、本発明の実施例1に係る燃料噴射制御装置を適用した内燃機関としてディーゼルエンジンの概略構成を示す図である。

## 【0037】

図1において、内燃機関1は、燃料供給系2、気筒（燃焼室）3、吸気通路4及び排気通路5等を主要部として構成され、吸入行程、圧縮行程、爆発行程（膨張行程）及び排気行程の4サイクルを繰り返して出力を得る直列4気筒のディーゼルエンジンである。

## 【0038】

燃料供給系2は、サプライポンプ6、コモンレール7、燃料噴射弁8、燃料通路9等を備えて構成される。サプライポンプ6は、燃料タンク（図示略）から汲み上げた燃料を高圧にし、燃料通路9を介してコモンレール7に供給する。コモンレール7は、サプライポンプ6から供給された高圧燃料を所定圧力に保持（蓄圧）する蓄圧室としての機能を有し、この蓄圧した燃料を各燃料噴射弁8に分配する。ここで、サプライポンプ6、コモンレール7、燃料通路9は、高圧燃料供給手段を構成している。

## 【0039】

燃料噴射弁8は、その内部に電磁ソレノイド（図示略）を備えた電磁駆動式開閉弁であり、適宜開弁してコモンレール7に蓄圧された燃料を、適宜の量、適宜のタイミングで気筒3内に直接噴射供給する。

## 【0040】

内燃機関1は、運転者によるアクセルペダル（図示略）の踏込量に応じた信号を出力するアクセルポジションセンサ、クランクシャフト（図示略）のエンジン回転数に応じた信号を出力するクランクポジションセンサ、及び内燃機関1内を循環する冷却水の温度（冷却水温）に応じた信号を出力する水温センサ、吸気通路4を通じて気筒3に導入される空気の流量（吸入空気量）に応じた信号を出力するエアフロメータ、コモンレール7内に蓄圧されている高圧燃料の圧力（レール圧）を検出するレール圧センサ11等、各種センサを備える。これら各種センサの信号は、電子制御ユニット（Electronic Control Unit: ECU）10に入力される。ここで、レール圧センサ11は燃料圧力検出手段を構成している。

## 【0041】

ECU10は、中央処理装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）及びバックアップRAM等からなる論理演算回路を備え、各種センサの信号に基づいて、例えば、内燃機関1の運転状態を検出し、燃料噴射弁8の開閉弁動作に関する制御等、内燃機関1の各種構成要素を統括制御する。

## 【0042】

また、ECU10は、一定時間毎に実行すべき基本ルーチンにおいて、各種センサの出力信号の入力、機関回転数の演算、負荷の演算、燃料噴射量の演算などを実行する。基本ルーチンにおいてECU10が入力した各種信号やECU10が演算して得られた各種制

御値は、ECU10のRAMに一時的に記憶される。更に、ECU10は、各種のセンサやスイッチからの信号の入力、一定時間の経過、或いはクランクポジションセンサからのパルス信号の入力などをトリガとした割り込み処理において、RAMから各種制御値を読み出し、それら制御値に従って定期的に燃料噴射制御などを実行する。ここで、ECU10は本実施例に係る燃料噴射制御装置を構成するものであって、期間算出手段、開始時期変化量算出手段、制御手段、燃料噴射量特性記憶手段、要求燃料噴射量算出手段、燃料噴射率算出手段、燃料噴射量変化量算出手段、係数算出手段、燃料噴射量推定手段及び比較手段を構成している。

#### 【0043】

以下に、燃料噴射弁8についてさらに詳しく説明する。図2は、本実施例に係る燃料噴射弁8を示す概略断面図である。

#### 【0044】

図2に示したように、燃料噴射弁8は、先端に燃料噴射孔21を有する本体22と、この本体22の内部に軸方向に進退移動自在に設けられ、進出時に弁座25に着座することにより燃料噴射孔21を閉じ、後退時に弁座25から離れることにより燃料噴射孔21を開く針状のニードル弁23（弁体）と、このニードル弁23を閉方向に付勢するコイルスプリング24と、を備えている。また、燃料噴射孔21は、本体22において弁座25よりも先端側に設けられたサック室26に設けられている。

#### 【0045】

さらに、燃料噴射弁8は、コモンレール7から所定圧力で供給されてくる高圧燃料を燃料噴射孔21へ導く第1の燃料供給路31と、高圧燃料を受け入れてニードル弁23を閉方向に押圧する制御室32と、第1の燃料供給路31から分岐し、コモンレール7から所定圧力で供給されてくる高圧燃料を制御室32へと導く第2の燃料供給路33と、制御室32内の高圧燃料を排出して制御室32内の液圧を下げる燃料排出路34とを備えている。

#### 【0046】

そして、第2の燃料供給路33には、制御室32への燃料流入量を決定するインレットオリフィス33aが設けられる一方、燃料排出路34には燃料排出量を決定するアウトレットオリフィス34aが設けられている。これらインレットオリフィス33aとアウトレットオリフィス34aの通路断面積の比は、例えば、2:3といったように、アウトレットオリフィス34aをインレットオリフィス33aより大きく設定している。

#### 【0047】

また、ニードル弁23は、制御室32に臨み、制御室32内の燃料圧を受けてニードル弁23を下降させるメインピストン23aを有し、このメインピストン23aに対し、ニードル弁23の燃料噴射孔21側に、サブピストン23cが設けられている。このサブピストン23cに臨むように、燃料噴射孔21へと続く第1の燃料供給路31の途中に燃料溜まり31aが設けられている。このため、燃料溜まり31a内の燃料圧がサブピストン23cに加わり、ニードル弁23を開く方向（図の上方）に押している。このサブピストン23cが燃料溜まり31a内の燃料圧を受ける受圧面積 $S_s$ は、メインピストン23aが制御室32内の燃料圧を受ける受圧面積 $S_m$ より小さく設定されている。さらに、サブピストン23cのメインピストン23a側に、ニードル弁23を閉弁方向に付勢するコイルスプリング24が配設されている。

#### 【0048】

メインピストン23aが制御室32内の燃料圧から受ける押圧力を $F_m$ 、サブピストン23cが燃料溜まり31a内の燃料圧から受ける押圧力を $F_s$ 、コイルスプリング24の付勢力を $F_c$ としたとき、定常時は、 $F_m + F_c > F_s$ 、 $F_c < F_s$ である。

#### 【0049】

さらに、制御室32からの燃料排出路34に介在し、閉時には制御室32に高圧燃料を封じ込め、開時には制御室32から燃料排出路34へと燃料を逃がす、背圧制御弁35が設けられている。この背圧制御弁35は、電磁弁で形成され、本体22内に設けられてい

る。そして、この背圧制御弁 35 が閉じているときは、制御室 32 に印加される燃料圧が上昇し、その圧力により、メインピストン 23a が押され、これにスプリング 24 の付勢力も加わってニードル弁 23 が下降する。

#### 【0050】

その際、第 1 の燃料供給路 31 から燃料溜まり 31a にも制御室 32 内に印加されたと同圧の燃料が導入され、サブピストン 23c を押すが、その押圧力  $F_s$  は、 $F_m + F_c$  に抗しきれないので、ニードル弁 23 は燃料噴射孔 21 を閉じた状態に保持される。

#### 【0051】

その後、背圧制御弁 35 が開かれると、燃料排出路 34 から制御室 32 内の燃料が排出するが、このとき、アウトレットオリフィス 34a をインレットオリフィス 33a より大きく設定してあるため、制御室 32 内への燃料流入量より制御室内からの燃料流出量が多くなり、その結果、制御室 32 内の燃料圧が下降する。

#### 【0052】

そして、 $F_m + F_c < F_s$  となった時点で、スプリング 24 の付勢力に抗してニードル弁 23 がリフト（移動、上昇、開弁することを意味する）し、燃料噴射孔 21 が開き、燃料噴射が開始される。

#### 【0053】

ここで、燃料噴射弁の駆動を行う燃料噴射弁駆動制御について説明する。燃料噴射弁駆動制御は、ECU10 により行われる。

#### 【0054】

燃料噴射前は、ECU10 により背圧制御弁 35 が閉ざされているので、制御室 32 内は、コモンレール 7 から第 2 の燃料供給路 33 を介して導入された高圧燃料で満たされることにより、ニードル弁 23 のピストン 23a が下降し、燃料噴出孔 21 が閉ざされている。

#### 【0055】

燃料噴射タイミングが来ると、ECU10 からの指令により、背圧制御弁 35 が開き、制御室 32 内の高圧燃料が燃料排出路 34 から排出される。これにより、制御室 32 内の燃料圧が下降することにより、ニードル弁 23 がリフトし、燃料噴射孔 21 が開く。

#### 【0056】

その後、所定の燃料噴射時間が経過すると、ECU10 により背圧制御弁 35 が閉ざされる。すると、制御室 32 に高圧燃料が流入して封入されるので、制御室 32 内の圧力が上昇し、この圧力を受けてニードル弁 23 が下降し、燃料噴射孔 21 が閉じる。

#### 【0057】

以下に、燃料噴射量の補正方法について説明する。

#### 【0058】

燃料噴射弁 8 により気筒 3 内に直接燃料を噴射する場合、背圧となる筒内圧が機関の運転状態に応じて変化するため、ECU10 により所定量の燃料噴射の指令が行われても、実際の燃料噴射量にはバラツキが生じてしまう。

#### 【0059】

また、内燃機関 1 においては、気筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁 8 を備える直噴式の内燃機関であり、燃料噴射孔 21 は気筒 3 内に配置されている。燃料噴射孔 21 が開く場合には、上述したように、ECU10 からの指令により背圧制御弁 35 が開き、制御室 32 内の高圧燃料が燃料排出路 34 から排出され、制御室 32 内の燃料圧が下降することにより、ニードル弁 23 がリフトすることとなる。この場合、燃料噴射孔 21 が気筒 3 内に配置されることにより、筒内圧がニードル弁 23 に作用する。この筒内圧は、ニードル弁 23 をリフトさせる方向に作用するので、燃料噴射孔 21 が開くタイミングが早まってしまう。すなわち、燃料噴射の開始時期が早期化してしまうこととなる。

#### 【0060】

そこで、本実施例においては、基準筒内圧（例えば、インジェクタ特性計測ベンチでの条件（例えば、1MPa））での燃料噴射率に対する、機関筒内圧（内燃機関の運転状態

における検出値又は推定値)での燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出(推定)し、さらに、燃料噴射開始時期の変化分を補正して、燃料噴射弁8を開弁させるために燃料噴射弁8(背圧制御弁35)に通電する通電時間(燃料噴射弁8により燃料が噴射される期間)を制御するものである。

#### 【0061】

まず、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出する方法について説明する。

#### 【0062】

本実施例においても、上述した発明が解決しようとする課題の項で説明した図12のように、燃料噴射率の挙動変化をモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルを利用している(図3参照)。そして、燃料噴射率挙動変化モデルを利用することにより、燃料噴射量の補正を行っている。

#### 【0063】

また、本実施例においては、機関運転状態に応じた所望の燃料噴射量(要求燃料噴射量)に基づいて移動するニードル弁23のリフト量(移動量)がフルリフト(ニードル弁23が完全に上昇(開弁)した位置、全開となる開弁状態)に至るかどうかで計算を切り替えている。すなわち、ニードル弁23がフルリフトに至って燃料噴射が実行された場合と、ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合とに分けている。以下、それぞれの場合について説明する。

#### 【0064】

まず、ニードル弁23がフルリフトに至って燃料噴射が実行された場合について説明する。

#### 【0065】

図3(A)は、本実施例において、燃料噴射率の挙動変化を台形としてモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルを示す図、図3(B)は同図(A)に示す台形を2つに分けた状態を示す図である。

#### 【0066】

図3において、実線で示す台形Xは、図12同様、図11に示した燃料噴射率波形X(基準筒内圧の場合)をモデル化したもので、点線で示す台形Yは、図11に示した燃料噴射率波形Y(機関筒内圧の場合)をモデル化したものである。

#### 【0067】

図3(A),(B)に示す位置(座標)aはニードル弁23がフルリフトに至った時点における燃料噴射率として設定している。そして、この位置aから台形Xの右辺に平行となるように補助線を引くことにより、台形Xを図3(B)に示すような、三角形X1と平行四辺形X2とに分けている。

#### 【0068】

ここで、図に示すように、台形Xの頂点をa, b, c, dで表し、台形Yの頂点をe, f, g, hで表すこととする。また、台形Xの左辺abと台形Yの上底ehとの交点をiで表し、頂点aから右辺dcと平行に引いた補助線と下底bcとの交点をjで表し、平行四辺形X2の左辺ajと台形Yの上底ehとの交点をkで表すこととする。

#### 【0069】

そして、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量 $\Delta Q$ を以下の式(6)により算出する。ここで、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量 $\Delta Q$ は、台形a i h dで表される部分の面積となる。そして、燃料噴射量の変化量 $\Delta Q$ は、ニードル弁23がフルリフトに至るまでの変化量 $\Delta q_1$ (三角形a i kで表される部分の面積)と、ニードル弁23がフルリフトに至った後の変化量 $\Delta q_2$ (平行四辺形a k h dで表される部分の面積)との和で表すことができる。

#### 【0070】

したがって、燃料噴射量の変化量 $\Delta Q$ は、

$$\Delta Q = \Delta q_1 + \Delta q_2 \quad \cdots (6)$$

となる。

## 【0071】

ここで、ニードル弁23がフルリフトに至った時点での燃料噴射量、すなわち、三角形  $abj$  で表される部分の面積を  $Q_{f1}$  とし、要求燃料噴射量、すなわち、台形  $X$  の面積を  $Q$  とし、基準筒内圧時の燃料噴射率、すなわち、台形  $X$  の高さを  $Q'$  とし、筒内噴射時の燃料噴射率、すなわち、台形  $Y$  の高さを  $q'$  とする。これにより、三角形  $aik$ 、及び、平行四辺形  $akh d$  の高さは  $(Q' - q')$  で表され、平行四辺形  $ajcd$  の面積は  $(Q - Q_{f1})$  で表すことができる。したがって、変化量  $\Delta q_1$ 、 $\Delta q_2$  は、面積の比からそれぞれ以下の式 (7)、(8) により算出することができる。

## 【0072】

$$\Delta q_1 = Q_{f1} \times (1 - q' / Q')^2 \quad \dots (7)$$

$$\Delta q_2 = (Q - Q_{f1}) \times (1 - q' / Q')^2 \quad \dots (8)$$

## 【0073】

ここで、燃料噴射率をオリフィス流れとして捉えることにより、燃料噴射率  $Q'$ 、 $q'$  はそれぞれ以下の式 (9)、(10) により算出することができる。但し、オリフィス係数を  $C_0$  とし、噴孔面積（燃料噴射弁の開口面積）を  $A$  とし、レール圧を  $P_{cr}$  とし、燃料噴射開始時の筒内圧を  $P_{c1}$  とし、基準筒内圧を  $P_0$  とし、燃料の密度を  $\rho$  とする。

## 【0074】

$$Q' = C_0 \times A \times (2 \times (P_{cr} - P_0) / \rho)^{1/2} \quad \dots (9)$$

$$q' = C_0 \times A \times (2 \times (P_{cr} - P_{c1}) / \rho)^{1/2} \quad \dots (10)$$

## 【0075】

従って、燃料噴射率の変化率  $(q' / Q')$  は、以下の式 (11) で表すことができる。

## 【0076】

$$q' / Q' = ((P_{cr} - P_{c1}) / (P_{cr} - P_0))^{1/2} \quad \dots (11)$$

## 【0077】

ニードル弁23がフルリフトに至って燃料噴射が実行される場合には、上述した方法により、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量  $\Delta Q$  を算出することができる。

## 【0078】

次に、ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合について説明する。

## 【0079】

図4は、ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合の燃料噴射量の変化量を算出する方法を説明するための図である。

## 【0080】

図4において、三角形  $X1$  は、図3(B)に示した三角形  $X1$  と同様、ニードル弁23がフルリフトに至った時点での燃料噴射率波形をモデル化したものである。そして、図において斜線部分で示す三角形  $X1'$  は、ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合の燃料噴射率波形をモデル化したものである。

## 【0081】

ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合の燃料噴射量の変化量  $\Delta Q_1$  は、これら三角形  $X1$  と三角形  $X1'$  との面積比により求めることができる。

## 【0082】

上述のように三角形  $X1$  の面積を  $Q_{f1}$  とし、また、三角形  $X1'$  の面積は燃料噴射量  $Q$  となるので、これらの面積比は、次式 (12) で表される。

## 【0083】

$$\Delta Q_1 / \Delta q_1 = Q / Q_{f1} \quad \dots (12)$$

## 【0084】

したがって、ニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合の燃料噴射量の変化量  $\Delta Q_1$  は、次式 (13) で表すことができる。

【0085】

$$\Delta Q1 = Q \times (1 - q' / Q')^2 \quad \dots (13)$$

【0086】

次に、燃料噴射開始時期の変化分の補正について説明する。

【0087】

図5は、燃料噴射開始時期の変化分の補正を説明するための図であり、同図(A)は補正前の駆動信号と燃料噴射率との関係、同図(B)は補正後の駆動信号と燃料噴射率との関係を表している。図5(A)、(B)ともに、上段に駆動信号を表し、下段に燃料噴射率を表している。また、図5(A)においても、図3と同様に、基準筒内圧時の燃料噴射率波形Xを実線で表し、機関筒内圧時の燃料噴射率波形Yを点線で表している。また、図5(A)に示す符号b、fは、図3(A)における符号b、fにそれぞれ対応している。

【0088】

図5(A)に示すように、基準筒内圧時には、ECU10による燃料噴射信号の発生から時間 $\tau d1$ 遅れて燃料噴射が開始される。また、筒内噴射時には、燃料噴射信号の発生から時間 $\tau d2$ 遅れて燃料噴射が開始され、基準筒内圧時よりも時間 $\Delta \tau d$  ( $\tau d1 - \tau d2$ )分早く燃料噴射が開始されることとなる。以下、時間 $\tau d1$ 、 $\tau d2$ を燃料噴射遅れ時間 $\tau d$ という場合もある。

【0089】

この時間 $\Delta \tau d$ は、筒内圧の変化量に略比例するものであり、また、その比例係数(燃料噴射遅れ時間 $\tau d$ 変化の感度) $\alpha$ はレール圧 $P_{cr}$ により変化するものであることがわかっている。これらの関係を図6、7に示す。図6は、比例係数(感度) $\alpha$ とレール圧 $P_{cr}$ との関係(レール圧 $P_{cr}$ に対する、単位筒内圧当たりの燃料噴射遅れ時間の変化量)を示す図であり、図7は、燃料噴射遅れ時間 $\tau d$ の変化量(時間 $\Delta \tau d$ )と、筒内圧の変化量 $\Delta P_{cl}$  ( $P_{cl}$ (機関筒内圧) -  $P_{cl}'$ (基準筒内圧))との関係を示す図である。

【0090】

したがって、レール圧 $P_{cr}$ と、筒内圧の変化量( $P_{cl} - P_{cl}'$ )とを算出することで、次式(14)により $\Delta \tau d$ を求めることができる。ここで、図6に示すレール圧 $P_{cr}$ と比例係数 $\alpha$ との関係は予めマップ化しておくといよい。

【0091】

$$\Delta \tau d = \alpha \times (P_{cl} - P_{cl}') \quad \dots (14)$$

【0092】

図5(B)に示すように、式(14)により求められた時間 $\Delta \tau d$ 分、燃料噴射弁8を開弁させる信号を短縮させることにより、燃料噴射開始時期の変化により生じる燃料噴射量の変化を補正することが可能となる。さらには、燃料噴射時期を時間 $\Delta \tau d$ 分遅らせることによって、筒内圧の影響により早期化してしまう燃料噴射のタイミングを所望の燃料噴射時期に補正することも可能となる。

【0093】

上述したように、本実施例によれば、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出し、燃料噴射開始時期の変化量を算出することができる。そして、これらの変化量に基づいて、燃料噴射弁8を開弁させるために燃料噴射弁8に通電する通電時間を制御する方法について以下に説明する。

【0094】

図8は、燃料噴射量の補正量を算出する方法を説明するためのフローチャート図である。

【0095】

まず、ステップS101において、内燃機関1の運転状態に応じてECU10により要求される燃料噴射量が読み込まれる。

【0096】

続くステップS102において、燃料噴射開始時の筒内圧(機関筒内圧)を算出する。

筒内圧の算出は、気筒 3 内の圧力を検出する検出手段を設けて直接筒内圧を検出するものであってもよいし、筒内圧を推定するものであってもよい。筒内圧の推定は、例えば、吸気通路 4 内の圧力と、気筒 3 内の容積比（燃料噴射時の容積と下死点時の容積との比）とに基づいて算出することができる。

**【0097】**

続くステップ S 103 において、燃料噴射率の変化率を算出する。燃料噴射率の変化率は、上述した式 (11) により算出する。

**【0098】**

続くステップ S 104 において、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量（燃料噴射率変化分補正量）の算出が行われる。これは、上述した方法（式 (6) や式 (13) により算出）により行われるもので、その結果は、別のルーチンで実行される最終指令燃料噴射量を決定するステップに取り込まれる。このステップを説明の便宜のためステップ S 201 とする。ステップ S 201 において、最終指令燃料噴射量は、ステップ S 104 で算出された燃料噴射量の変化量に基づいて要求燃料噴射量を補正することにより算出される。

**【0099】**

ステップ S 104 に続くステップ S 105 において、燃料噴射開始時期の変化量の算出が行われる。これは、上述した方法により行われるもので、その結果は、別のルーチンで実行される最終通電時間を決定するステップに取り込まれる。このステップを説明の便宜のためステップ S 202 とする。

**【0100】**

ステップ S 202 では、ステップ S 201 で算出された補正後の要求燃料噴射量に基づいて通電時間が算出され、さらに、この通電時間が、ステップ S 105 で算出された、燃料噴射開始時期の変化量に基づいて補正されることにより最終通電時間が決定される。

**【0101】**

ここで、通電時間（燃料噴射弁 8 の開弁時間、 $\tau$ ）と燃料噴射量（ $Q$ ）との関係は、予め実験的に求めておき、 $\tau$ - $Q$  特性としてマップ化しておくことよい。この  $\tau$ - $Q$  マップを用いることにより、補正された要求燃料噴射量に基づいて通電時間を算出することができる。そして、この通電時間に燃料噴射開始時期の変化量を増減することにより最終通電時間を決定することができる。

**【0102】**

このように決定された最終通電時間を、燃料噴射弁 8 への通電時間として適用することにより、より正確な量の燃料噴射を行うことが可能となる。なお、上述した燃料噴射弁 8 においては、噴射弁の型式を限定するものではなく、駆動方式がソレノイドの場合であっても、ピエゾの場合であっても、本実施例を好適に適用することが可能である。また、燃料噴射遅れ時間  $\tau_d$  変化分を 0（変化なし）とすれば、制御室のない直動タイプの噴射弁でも本実施例を好適に適用することが可能である。

**【0103】****（実施例 2）**

本発明の実施例 2 においては、実施例 1 に対して、ニードル弁 23 のリフト量がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合において、実施例 1 に示した方法とは異なる方法により燃料噴射量の補正を行うものである。本実施例においては、ECU 10 は、サック室圧算出手段及び単位燃料噴射量変化量算出手段を構成している。なお、内燃機関 1 の概略構成は実施例 1 と同様であり、実施例 1 と同様の構成部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

**【0104】**

ニードル弁 23 がフルリフトに至らない場合、特に、リフト量が小さい状態で行われる燃料噴射においては、燃料噴射が行われた場合の実際の圧力（実噴射圧）は、レール圧に達していない。そこで、本実施例においては、サック室 26 内の圧力、いわゆるサック室圧（実際に噴孔にかかる圧力（＝実噴射圧））で燃料噴射量の補正を行うものである。



## 【0105】

ここで、サック室圧は、ニードル弁23のリフト位置と、実際のレール圧とに基づいて決まるものである。そして、ニードル弁23のリフト位置は、ニードル弁23のリフト速度と時間とに基づいて決まる。ニードル弁23のリフト速度は、制御室32内からアウトレットオリフィス34aを通して流出するオリフィス流量の特性により求めることができ、略等速運動、すなわち、略一定と仮定することができる。したがって、サック室圧は、時間の関数で表すことができ、時間に基づいて求めることができる。

## 【0106】

そこで、要求燃料噴射量と、サック室圧とに基づいて、単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量を求めるためのマップを予め実験等により求めておくことで、単位筒内圧当たりの燃料噴射量の変化量と、基準筒内圧に対する機関筒内圧の変化量とにより燃料噴射量の変化量を算出することができる。

## 【0107】

本実施例によれば、ニードル弁23のリフト量がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了する場合においては、実噴射圧となるサック室圧をベースとして補正量を算出するので、より正確な補正が可能となる。

## 【0108】

## (実施例3)

本発明の実施例3においては、実施例1に対して、レール圧 $P_{cr}$ と機関筒内圧 $P_{cl}$ とに基づいて燃料噴射量の補正を行うものである。すなわち、機関筒内圧 $P_{cl}$ が上がった場合にレール圧 $P_{cr}$ が下がったとみなし、レール圧 $P_{cr}$ と機関筒内圧 $P_{cl}$ との差に基づいて、燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化分を補正した燃料噴射期間を算出する。さらに、機関筒内圧 $P_{cl}$ が上がった場合にレール圧が上がったとみなし、レール圧 $P_{cr}$ と機関筒内圧 $P_{cl}$ との和に基づいて、燃料噴射開始時期の変化量を算出するものである。本実施例においては、ECU10は、第1及び第2仮想燃料圧力算出手段及び噴射遅れ時間算出手段を構成している。なお、内燃機関1の概略構成は実施例1と同様であり、実施例1と同様の構成部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

## 【0109】

図9は、本実施例において $\tau$ -Qマップを示す図である。

## 【0110】

図9において、実線はレール圧 $P_{cr}$ （基準筒内圧 $P_{cl}'$ 時）における $\tau$ -Q特性を表している。ここで、要求燃料噴射量を $Q$ とした場合、図9に実線で示す $\tau$ -Q特性から、レール圧 $P_{cr}$ （基準筒内圧 $P_{cl}'$ 時）において要求燃料噴射量 $Q$ を得るための通電時間は $\tau_1$ となる。

## 【0111】

また、図9において、点線は、レール圧 $P_{cr}$ に対して機関筒内圧 $P_{cl}$ がかかった場合において、レール圧 $P_{cr}$ から機関筒内圧 $P_{cl}$ と基準筒内圧 $P_{cl}'$ との差 $\Delta P_{cl}$ を引いた第1仮想レール圧（ $P_{cr} - \Delta P_{cl}$ ）における $\tau$ -Q特性を表している。第1仮想レール圧（ $P_{cr} - \Delta P_{cl}$ ）において要求燃料噴射量 $Q$ を得るための通電時間は、図9に点線で示す $\tau$ -Q特性から $\tau_2$ となる。

## 【0112】

このように、定常運転状態においては、噴孔の流量は、内外差圧によって決定することができるため、レール圧と機関筒内圧との差圧を仮想レール圧として、そのままレール圧に置き換えることにより、要求燃料噴射量を噴射することができる。このため、定常運転状態においては、補正を行うための追加の演算を必要としないので、演算による誤差も生じにくい。

## 【0113】

しかしながら、燃料噴射開始時期の変化については、差圧をレール圧に置き換えても、補正されることはない。これは、ニードル弁23において開弁時に燃料圧が作用する面積に対し筒内圧が作用する面積が小さいこと、また、制御室32内の液圧の降下速度はレー

ル圧によって異なること、によるためである。

【0114】

そこで、本実施例においては、燃料噴射開始時期の補正を以下に示すように行っている。

。

【0115】

図10は、本実施例においてレール圧 $P_{cr}$ と燃料噴射遅れ時間 $\tau_d$ との関係を示す図である。

【0116】

図10に示す関係から、レール圧 $P_{cr}$ における燃料噴射遅れ時間と、レール圧 $P_{cr}$ に機関筒内圧 $P_{cl}$ と基準筒内圧 $P_{cl}'$ との差 $\Delta P_{cl}$ を足した第2仮想レール圧( $P_{cr} + \Delta P_{cl}$ )における燃料噴射遅れ時間との差である時間 $\Delta \tau_d$ を求めている。

【0117】

そして、レール圧 $P_{cr}$ における燃料噴射遅れ時間と、第2仮想レール圧( $P_{cr} + \Delta P_{cl}$ )における燃料噴射遅れ時間との差 $\Delta \tau_d$ 分を補正した $\tau-Q$ 特性を図9において一点鎖線で示している。この場合に、要求燃料噴射量 $Q$ を得るための通電時間は $\tau_3$ となる。すなわち、通電時間 $\tau_3$ は以下の式(15)で表すことができる。

$$\tau_3 = \tau_2 - \Delta \tau_d \quad \dots (15)$$

【0118】

このように決定された最終通電時間を、燃料噴射弁8への通電時間として適用することにより、より正確な量の燃料噴射を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図1】本発明の実施例1に係る燃料噴射制御装置を適用した内燃機関としてディーゼルエンジンの概略構成を示す図。

【図2】本発明の実施例1に係る燃料噴射弁8を示す概略断面図。

【図3】(A)は、燃料噴射率の挙動変化を台形としてモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルを示す図、(B)は(A)に示す台形を2つに分けた状態を示す図。

【図4】本発明の実施例1においてニードル弁23がフルリフトに至る前に燃料噴射の実行が終了した場合の燃料噴射量の変化量を算出する方法を説明するための図。

【図5】本発明の実施例1において燃料噴射開始時期の変化分の補正を説明するための図であり、(A)は補正前の駆動信号と燃料噴射率との関係、(B)は補正後の駆動信号と燃料噴射率との関係を表す図。

【図6】本発明の実施例1において比例係数(感度) $\alpha$ とレール圧 $P_{cr}$ との関係を示す図。

【図7】本発明の実施例1において燃料噴射遅れ時間の変化量 $\Delta \tau_d$ と、筒内圧の変化量 $\Delta P_{cl}$ との関係を示す図。

【図8】本発明の実施例1において燃料噴射量の補正量を算出する方法を説明するためのフローチャート図。

【図9】本発明の実施例3において $\tau-Q$ マップを示す図。

【図10】本発明の実施例3においてレール圧 $P_{cr}$ と燃料噴射遅れ時間 $\tau_d$ との関係を示す図。

【図11】燃料噴射率の挙動変化を示す図。

【図12】図11に示す燃料噴射率の挙動変化をモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルを示す図。

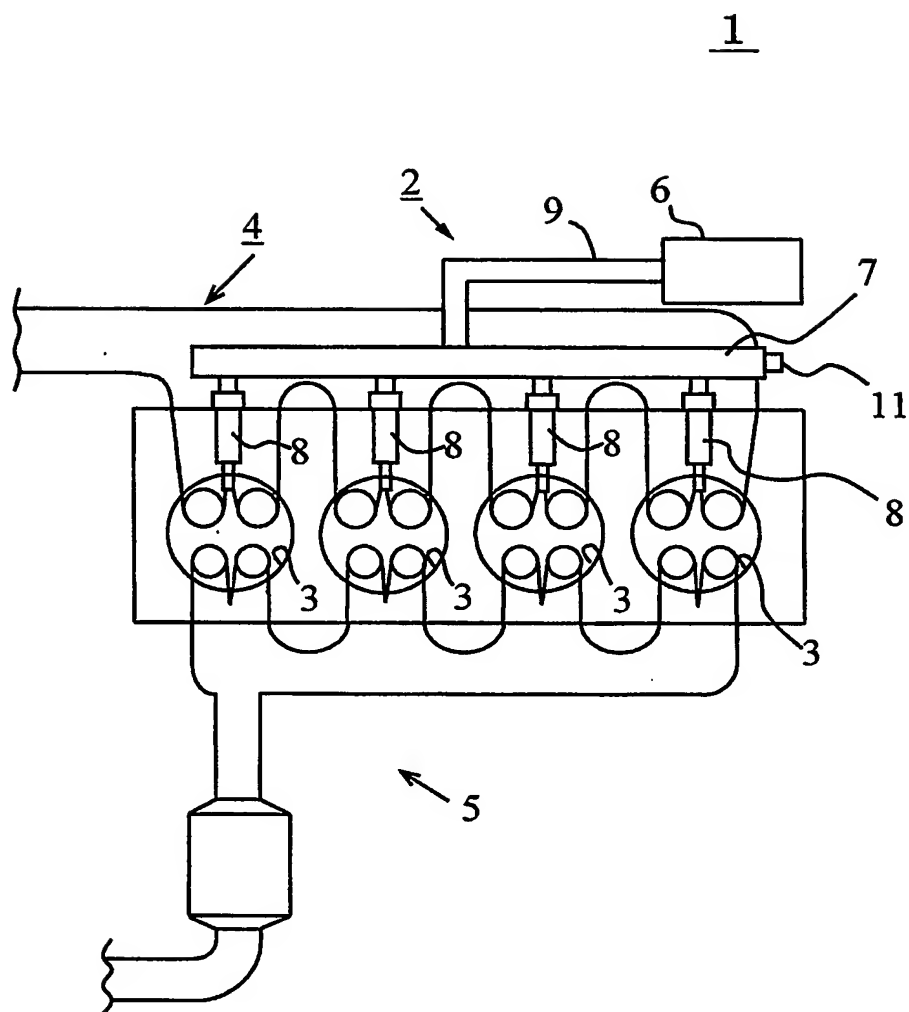
【符号の説明】

【0120】

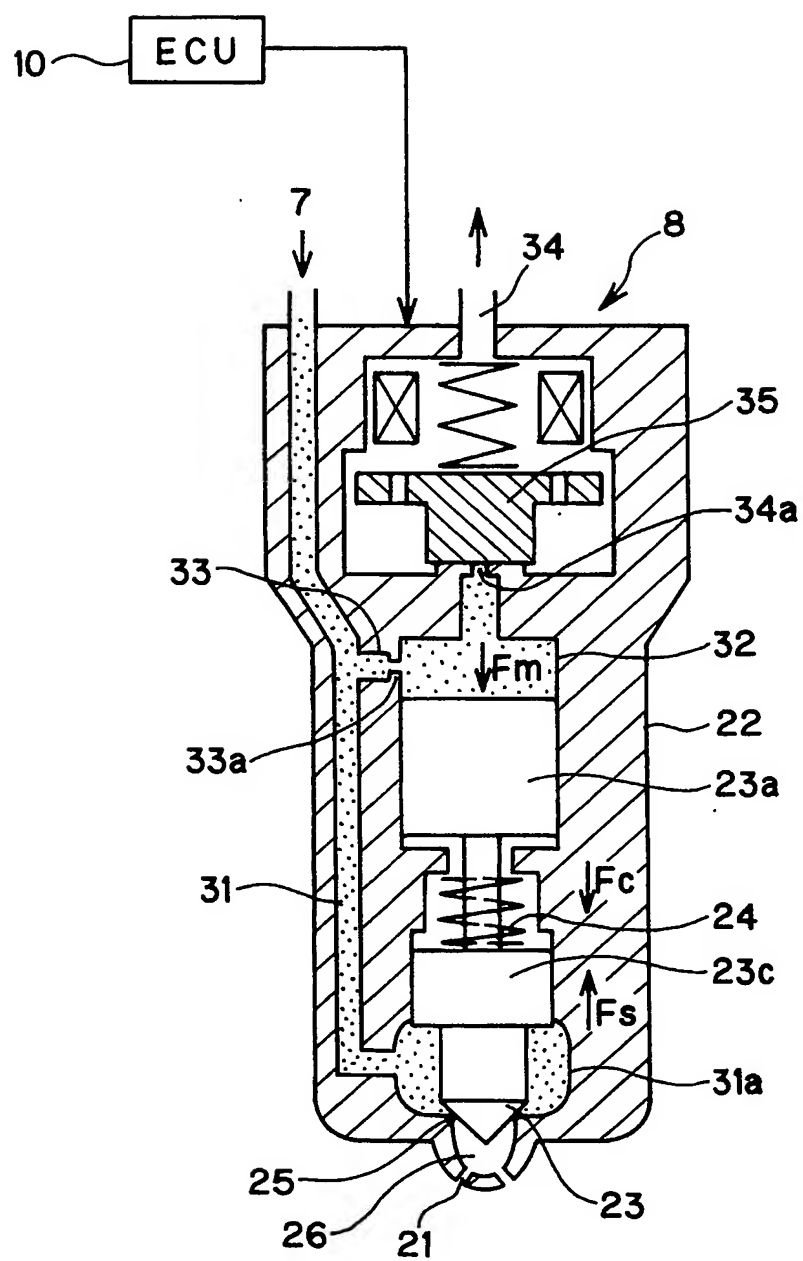
- 1 内燃機関
- 2 燃料供給系
- 3 気筒(燃焼室)
- 4 吸気通路

- 5 排気通路
- 6 サプライポンプ
- 7 コモンレール
- 8 燃料噴射弁
- 9 燃料通路
- 10 ECU
- 21 燃料噴射孔
- 22 本体
- 23 ニードル弁
- 23 a メインピストン
- 23 c サブピストン
- 24 コイルスプリング
- 25 弁座
- 26 サック室
- 31 第1の燃料供給路
- 31 a 燃料溜まり
- 32 制御室
- 33 第2の燃料供給路
- 33 a インレットオリフィス
- 34 燃料排出路
- 34 a アウトレットオリフィス
- 35 背圧制御弁

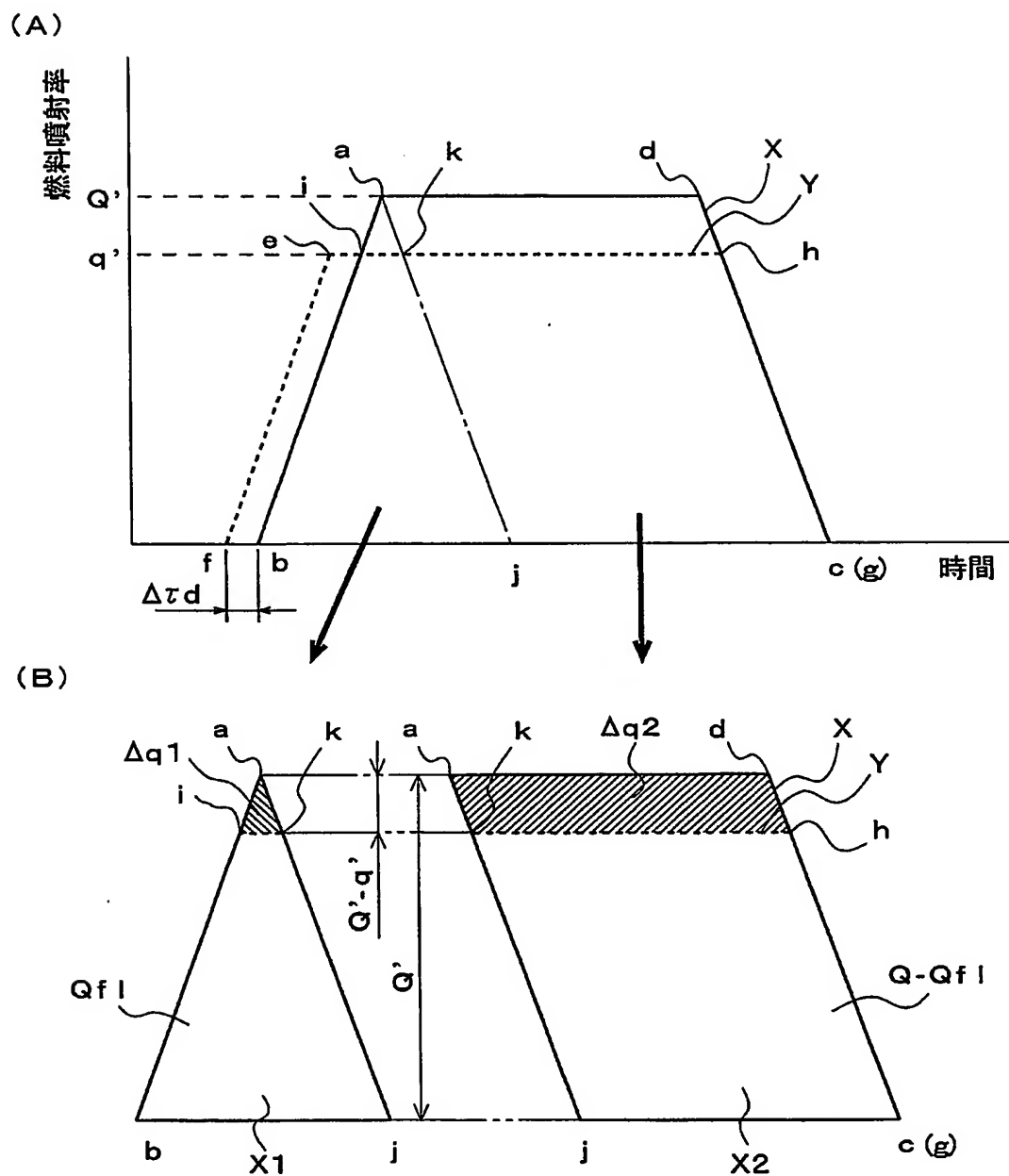
【書類名】 図面  
【図 1】



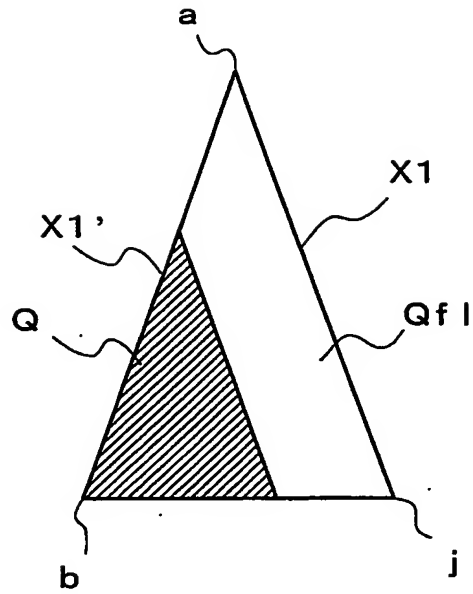
【図 2】



【図 3】

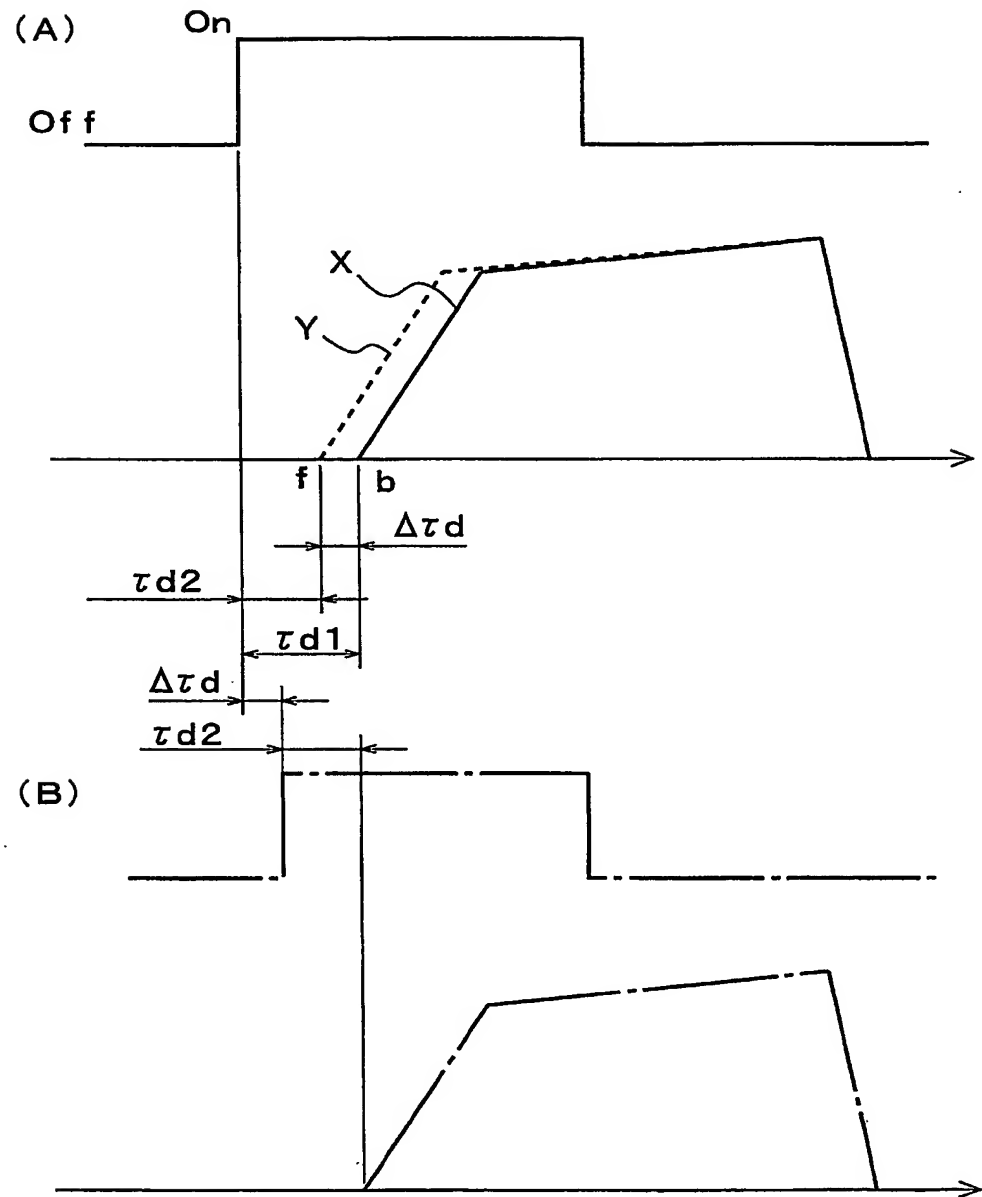


【図 4】

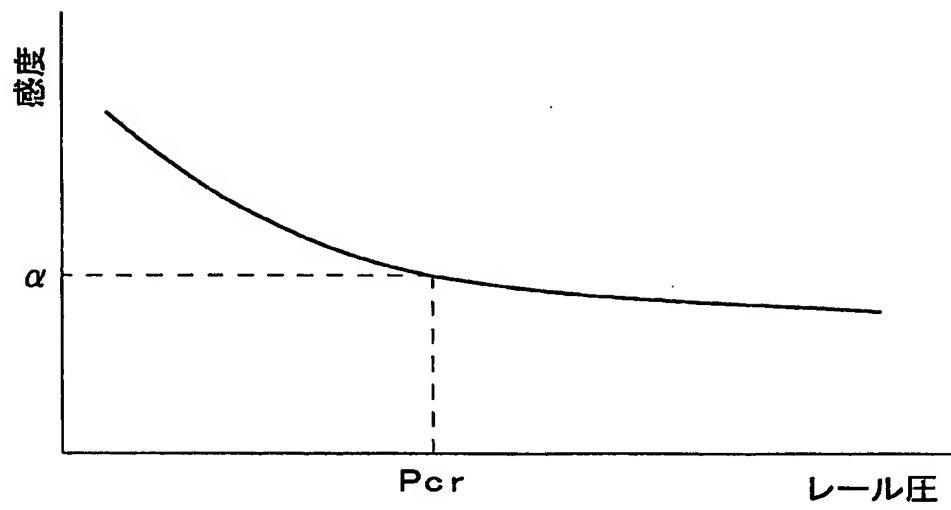




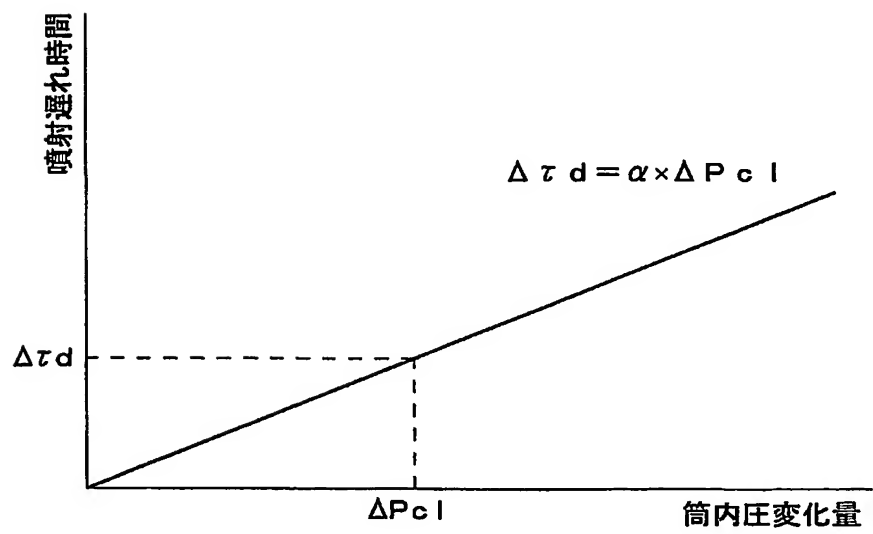
【図 5】



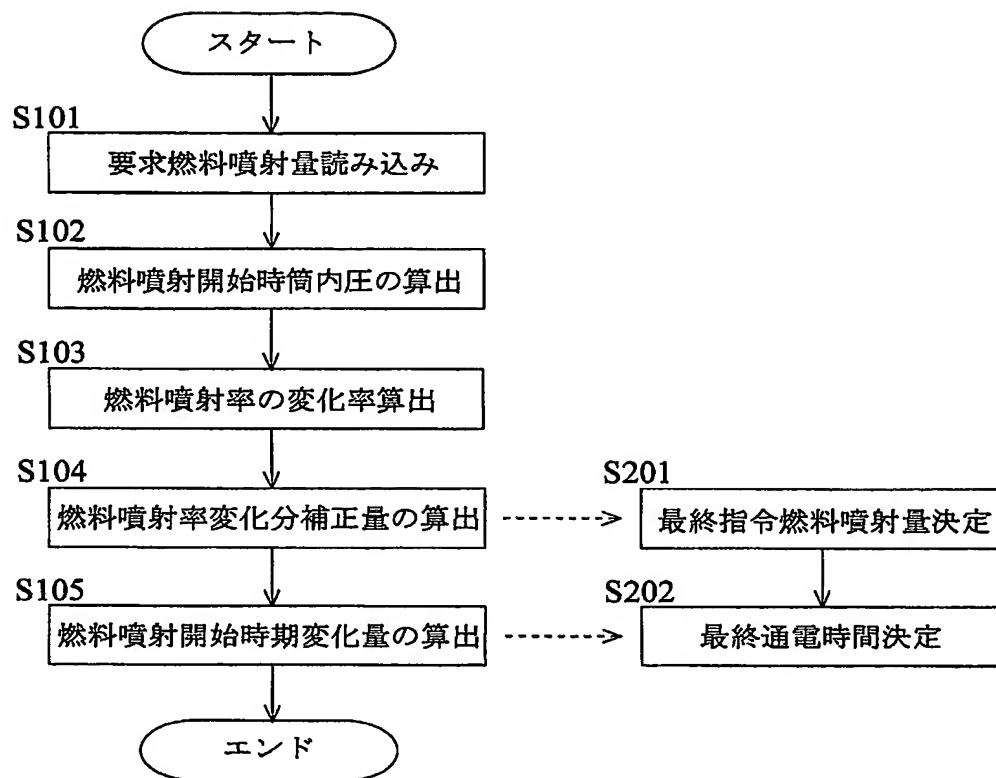
【図 6】



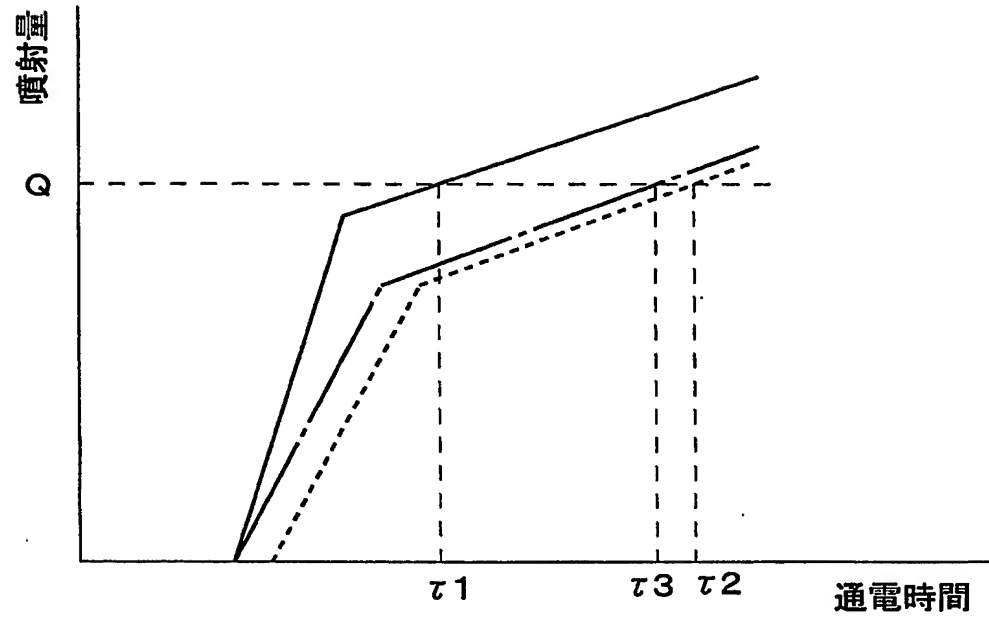
【図 7】



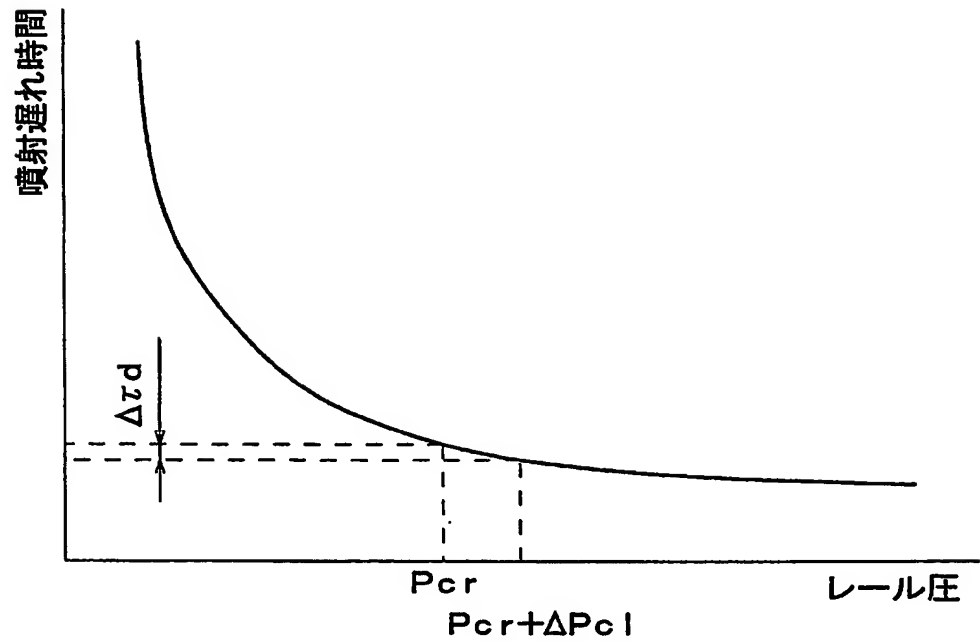
【図 8】



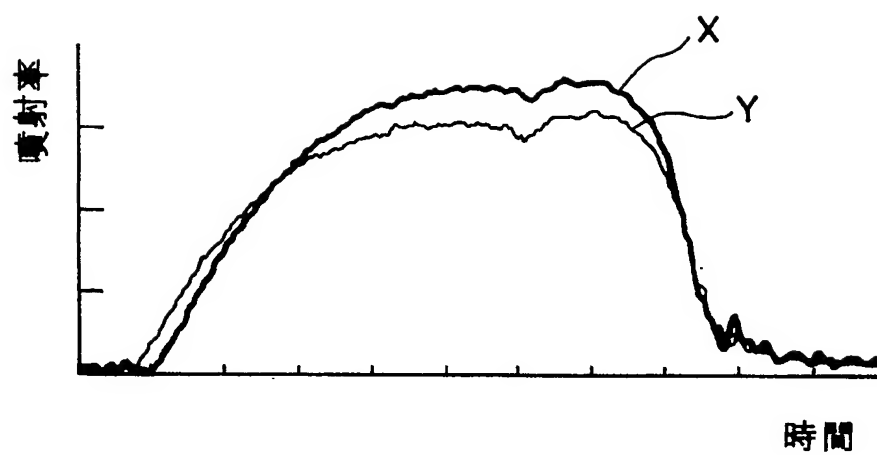
【図 9】



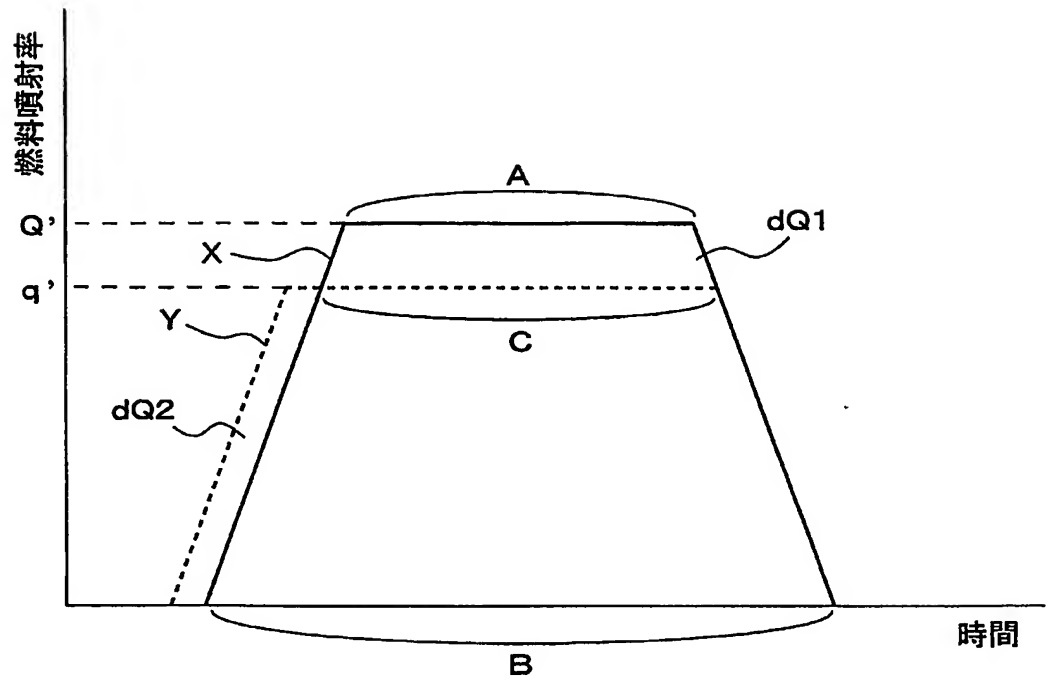
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 筒内圧の変化に伴って変化する燃料噴射量をより正確に制御する技術を提供する。

【解決手段】 基準筒内圧（インジェクタ特性計測ベンチでの条件）での燃料噴射率に対する、機関筒内圧（内燃機関の運転状態における検出値又は推定値）での燃料噴射率の変化による燃料噴射量の変化量を算出し、さらに、燃料噴射開始時期の変化分を補正して、通電時間を制御する。燃料噴射量の変化量の算出においては、燃料噴射率の挙動変化を台形としてモデル化した燃料噴射率挙動変化モデルを用いて、 $\Delta q_1$ と $\Delta q_2$ の面積を算出する。燃料噴射開始時期の変化分 $\Delta \tau_d$ は、レール圧と、筒内圧の変化量とに基づき算出する。

【選択図】 図3



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-340402
受付番号	50301618920
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年10月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 9月30日

特願 2 0 0 3 - 3 4 0 4 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**